Ministry of Agriculture and Food
Ontario

ORDER NO. 89-177
NOVEMBER 1989
AGDEX 200 628

Factsheet

Land Preparation: a Key to Successful Soil Fumigation

J.W. Potter, Agriculture Canada Research Station, Vineland Station.

Chemical control of plant-parasitic nematodes in field soil in Canada usually involves using fairly expensive preplant soil fumigants. When fumigants are applied by a custom operator, and the fumigant purchase price is added to the custom operator's fees, the landowner owes it to himself to ensure that his outlay is not wasted. Unfortunately, sometimes soil fumigation is not as effective as it could have been with more careful land preparation. This Factsheet will suggest how to improve the effectiveness of a fumigant application, by controlling soil factors in advance of the actual application.

The grower has direct control over soil condition or tilth, soil moisture, organic matter content, date of fumigation, and "apparent" pre-treatment nematode count. He can only indirectly control soil type and profile, degree of stoniness of the soil, soil temperature, past cropping history and "real" pre-treatment nematode count. "Real" pre-treatment nematode count, that is, the actual number of nematodes in a given volume of soil before fumigation, is not within the grower's control, but the "apparent" count, as determined by a diagnostic laboratory, may be affected by how the sample is taken and how it is handled in shipping and storage. (See OMAF Factsheet, *Soil and root sampling for nematode analysis*, Agdex 628.) Three errors are commonly made in sampling:
(1) **Sampling at the wrong times** This usually means nematode populations are low and the severity of the problem is underestimated. (2) **Sampling from non-representative areas** This usually means sampling from the worst affected areas, which again means the average population is not correctly estimated. (3) **Insufficient time allowed for sample diagnosis.** Not allowing enough time for diagnosis means frustration, both for the grower waiting for results and for the lab personnel who know that rushing the diagnosis may increase the chance for error. Proper nematode diagnosis usually requires two weeks, not counting mail-delivery time.

Among the factors which the grower cannot alter directly are the soil type and profile in a field. However, the advance preparation of a difficult-to-fumigate soil can improve its condition to make fumigation easier. For example, clay-loams can be brought to better tilth by addition of organic matter, plowed in and allowed to fully decompose. To permit fumigation of a clay-loam in late September, a green-manure crop should be plowed in at least 4 to 6 weeks in advance (mid-to-late August). Addition of ammonium nitrate will aid the rotting of the green manure. Late fall plowing of clay-loam and clay soils, with winter frost breaking up the clods of earth, might allow finer spring cultivation and permit fall fumigation in the subsequent year. Fortunately, nematode problems are less common on heavy soils than on the lighter sandy loams.

Figure 1 Soil properly prepared for fumigation, with organic debris well rotted-down and plowed-in.

The soil profile may include a hard-pan layer which would both impede the movement of injected fumigant and be a physical barrier to the chisels of the fumigator rig. As the desirable depth for most fumigant injection is 15 to 20 cm (6 - 8 inches), it might be necessary to break such a layer with a subsoiler or chisel-plow.

Stony soil presents the potential for damaging fumigation equipment and the probability of areas being left unfumigated as a result of chisel "bounce". Stony areas of a field are often on sandy knolls or in light soils where nematodes are more likely to thrive. Larger stones, buried tree roots, or similar obstructions should be removed before fumigation. Cultivating at least 25 cm (10 inches) deep for a planned injection depth of 15 - 20 cm will ensure that no buried "surprises" snag the fumigator chisels.

Figure 2. Strip-fumigating for a new orchard.

The grower's main approach toward adequate soil temperature should be in timing the fumigation for the "right" time of year. Most fumigants work best at soil temperatures from 10 - 24° C (50 - 75° F) at 15 cm (6 inches) deep; a few will vaporize at 5° C (40° F). Although cultivation on warm days might raise the soil temperature slightly, very late fall fumigation is not recommended as the fumigant will not vaporize and permeate the soil properly below 5° C. Fumigant applied very late in cold soil is more likely to be leached and depleted over winter, or may "pool" below plow-depth and be difficult to aerate out of the soil in spring tillage.

Past cropping history of a field should be considered in planning a fumigant application. For example, nematodes are more numerous in the root-zone of trees in an orchard; this "clustering" will still be evident on the former tree-rows after tree removal. Consequently, when replanting an orchard, site the new rows in the "between-row" strips of the previous planting where possible. Since the nematodes will be less numerous in the old "between-rows" and less protected by tree-root debris left in the soil, a more successful fumigation job should result.

Avoiding previous crop debris in the soil is part of the advance planning for fumigation. Tree-roots are only one source of organic debris which will interfere with fumigation. The interference is three-fold; first, the roots

Figure 3. Sealing the soil with a cultipacker after fumigating ensures efficient use of the fumigant.

may be large enough to be snagged on the chisels and thus drag soil about; second, the smaller roots will protect nematodes from the fumigant vapor; third, incompletely-decayed organic matter may bind with and inactivate some of the fumigant, so that a higher rate of chemical may be needed. Other kinds of organic debris left in the field, such as undersized potato tubers, cull onion bulbs, mis-shapen carrots, or woody fragments of fruit-tree roots, can also provide a protective mass of tissue in which nematodes will avoid a fumigant. All such plant debris should be removed or plowed under with sufficient time (4 weeks or more) to allow for complete decomposition; even a complete summer season may be required to ensure complete rotting of organic debris.

Soil condition (tilth) and soil moisture, which are under the grower's control, can affect soil fumigation success. Injected fumigants will not penetrate readily into large clods of unshattered soil, but will move readily around the clods. Consequently, in a soil which is too coarsely tilled, the injected chemical will vaporize off rapidly. Conversely, a soil which is too finely tilled, to the extent that it loses its structure, may form a crust or "puddle", and interfere with diffusion of the vaporized fumigant. Generally, sandy-loams are less likely to become "puddled" or form clods; more frequently, a sandy-loam soil becomes too dry during cultivation and does not seal well enough to retain the fumigant after injection. Since sandy-loams have a much narrower soil moisture range than heavier soils, they are easily overcultivated, causing excessive dryness. Heavier loams and clay-loams, with a broader soil moisture range, are more likely to form clods if plowed too dry, to puddle if cultivated while too wet, or to crust if sealed with excessive weight while wet.

Post-fumigation land management is an aspect of nematode-control that is often badly managed. A rushed fumigation job will usually also mean that the grower is in too much hurry after fumigant is applied. Proper diffusion

of a fumigant through soil, and proper subsequent aeration of the soil, requires time. Speed is essential immediately after fumigation, to seal the soil to prevent the fumigant escaping. Even an hour's delay in sealing will permit half of the fumigant to escape from a soil at 20 c. However, opening the soil for aeration too soon may result in incomplete penetration by the fumigant, or damage to plants if planting or seeding takes place before the soil is well-aerated. A week for the fumigant vapor to diffuse in sealed soil, and two weeks of aeration with, shallow disking is the average time required. A grower should devote 3 weeks to the fumigation process, and the appropriate time to land preparation including 4 to 6 weeks to rot plowed-down organic matter.

Re-infestation of fumigated soil by nematodes can happen during post-fumigation cultivation. With too-deep cultivation of the soil during aeration, unfumigated soil will be brought up and mixed into the fumigated layer, thereby contaminating the fumigated soil with nematodes. About 75% of the nematodes in a soil are normally in the rootzone, down to about 45 cm (18 inches). Fumigation controls those in the upper 1/2 to 2/3 of this zone, and provides a nematode-free root-growth zone. However, the nematodes will eventually re-infest the upper fumigated zone, through movement and reproduction. Cultivating too deeply simply increases the rate of re-infestation.

Cultivating after fumigation by working across both fumigated and untreated soil will also re-infest the newly fumigated soil with nematodes. For example, where strips have been fumigated for new tree-rows, and the "between-row" bands left untreated, if the grower cultivates **across** the rows, nematodes will be mixed back into fumigated strips. The preferred cultivation method is to work the land **parallel with** the rows, rather than across. Also if possible, cultivating all the fumigated strips first, before working the untreated bands between rows, will avoid having the disk or cultivator carrying soil from untreated to treated land.

In **summary**, the highlights of good land preparation for successful soil fumigation are:

1. **Soil sampling** - representative samples, taken at the proper time from the proper area and depth;
2. **Advance planning** - to allow enough time for the various operations required; this could mean starting a year in advance;
3. **No obstructions** - removal of stone and debris, and enough time for complete rotting of organic matter;
4. **Cultivation** - soil worked to seed-bed condition;
5. **Proper timing of fumigation** - to ensure adequate soil temperature, enough time for fumigant to vaporize and soil to be aerated,
6. **No contamination after fumigation** - avoiding too-deep cultivation, or cultivation patterns that mix untreated soil with treated soil.

10M
ISSN 0225-7882

Ontario
Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

FICHE TECHNIQUE
ISSN 1198-7138 ©Imprimeur de la Reine pour l'Ontario
Agdex: 200/628 Date de publication: Décembre 1990
Commande no. 90-161 Dernière révision: 07/02

Titre: La Préparation Du Sol, Clé De La Réussite En Fumigation

Division: Agriculture et Affaires rurales

Situation:

Rédacteur: J.W. Potter

Au Canada, la lutte chimique contre les nématodes dans le sol suppose habituellement une fumigation assez coûteuse avant la plantation. Lorsque les fumigants sont appliqués à forfait et que leur prix d'achat est ajouté au coût d'application, le producteur doit s'assurer qu'il en a pour son argent. Malheureusement, la fumigation n'est pas toujours aussi efficace qu'elle le serait si le sol était mieux préparé. La présente fiche technique montre comment augmenter l'efficacité de la fumigation en tenant compte auparavant de certains éléments.

Le producteur exerce une influence directe sur l'état des sols, c'est-à-dire sur leur état d'ameublissement, leur taux d'humidité, leur teneur en matières organiques, le moment de la fumigation et le compte de nématodes « apparents » avant le traitement. Il n'a qu'une influence indirecte sur le type de sol, son profil, les pierres qu'il renferme, sa température, ses antécédents culturaux et le compte « réel » de nématodes avant le traitement. Le compte « réel » est le nombre de nématodes effectivement contenus dans une quantité donnée de sol avant la fumigation; il ne peut être influencé par le producteur. Le compte « apparent » est, quant à lui, déterminé en laboratoire et peut avoir été influencé par le mode d'échantillonnage et la manutention durant le transport et l'entreposage. (Voir la fiche technique du MAAO, *Échantillonnage du sol et des racines pour le dépistage des nématodes*, AGDEX 628.) Voici trois erreurs fréquentes que l'on fait au moment de l'échantillonnage :

1) **Le prélèvement d'échantillons au mauvais moment.** Cela signifie habituellement que les populations de nématodes sont peu importantes et que le problème est sous-estimé.

2) **Le prélèvement d'échantillons à des endroits non représentatifs.** Cela signifie habituellement que les échantillons ont été prélevés dans les zones les plus contaminées et que la population moyenne est mal évaluée.

3) **Le peu de temps prévu pour l'analyse de l'échantillon.** Cela signifie qu'il faut prévoir suffisamment de temps pour obtenir un dénombrement. Le contraire entraîne des frustrations, à la fois pour le producteur, qui attend les résultats, et pour le personnel de laboratoire, qui n'aime pas poser un diagnostic à la hâte sachant que cela pourrait augmenter les risques d'erreur. Il faut compter environ deux semaines avant d'obtenir un bon dénombrement, en plus du temps requis pour la livraison de l'échantillon et du résultat par le courrier.

Le type de sol et son profil sont des facteurs que le producteur ne peut influencer directement. Cependant, la préparation d'un sol difficile à fumiger pourra l'améliorer et faciliter la fumigation. On peut ainsi améliorer une argile limoneuse en y incorporant, en profondeur, des matières organiques qu'on laissera se décomposer complètement. L'engrais vert doit y être enfoui au moins de quatre à six semaines (de la mi-août à la fin août) avant la fumigation (fin septembre). L'addition de nitrate d'ammonium facilite la décomposition de l'engrais vert. Si on laboure tard à l'automne des sols argilo-limoneux ou argileux, le gel de l'hiver brisera les mottes; cela favorisera un meilleur travail du sol au printemps et permettra au producteur de fumiger l'automne suivant. Heureusement, les problèmes de nématodes sont moins fréquents dans les sols lourds que dans les loams sableux plus légers.

Dans le sol, une croûte pourra gêner la pénétration du fumigant et l'enfoncement des chisels du fumigateur. La plupart des fumigants devant pénétrer à 15 ou 20 cm (6 ou 8 po), il pourra s'avérer nécessaire de briser cette croûte à la charrue sous-soleuse ou à la charrue ciseau.

Les sols pierreux risquent d'endommager le matériel de fumigation, d'empêcher par endroits les chisels de s'enfoncer et de priver aussi certaines zones de fumigation. Les portions pierreuses d'un champ se trouvent souvent sur des buttes sablonneuses ou sur des sols légers, endroits où les nématodes risquent le plus vraisemblablement de se développer. Les grosses pierres, les racines enfouies ou tout autre obstacle devraient être enlevés avant la fumigation. Lorsqu'on prévoit une fumigation à 15 ou 20 cm (6 ou 8 po), il faut travailler le sol au moins à 23 cm (10 po) de profondeur pour s'assurer que les chisels ne heurteront rien.

Le producteur doit pratiquer la fumigation au bon moment de l'année quand la température du sol est adéquate. La plupart des fumigants ont un maximum d'efficacité lorsque les températures du sol à 15 cm (6 po) de profondeur sont de 10 à 24 °C (de 50 à 75 °F); certains s'évaporent à 5 °C (40 °F). Travailler le sol par temps chaud pourra légèrement augmenter la température du sol. Par contre, la fumigation très tard à l'automne n'est pas recommandée, car le fumigant ne s'évapore pas; il ne s'infiltre pas bien à moins de 5 °C. Le fumigant appliqué très tard dans un sol froid risque fort d'être lessivé durant l'hiver ou de s'accumuler sous la couche de labour et d'être difficile à extraire au moment des labours du printemps.

Il faut tenir compte des antécédents culturaux d'un champ quand on planifie l'application de fumigants. À titre d'exemple, les nématodes sont plus nombreux dans la rhizosphère d'un verger; leurs concentrations demeurent visibles après que les arbres ont été enlevés. Par conséquent, lorsqu'on repeuple un verger, il faut, dans la mesure du possible, planter les nouveaux arbres entre les rangées de la plantation précédente. Comme les nématodes y sont moins nombreux et moins protégés par les morceaux de racines laissés dans le sol, la fumigation devrait donner de meilleurs résultats.

Ne laisser aucun résidu de culture dans le sol fait partie du processus préparatoire à la fumigation. Les racines sont un des types de débris organiques qui nuisent à la fumigation. Elles font obstacles de trois façons : premièrement, les grosses racines pourront être traînées par les chisels et entraîner ailleurs de la terre arable; deuxièmement, les racines plus petites pourront protéger les nématodes contre les vapeurs fumigènes; troisièmement, les matières organiques mal décomposées risquent de se fixer au fumigant et de le neutraliser, d'où la nécessité d'augmenter la dose de produits chimiques. D'autres types de débris organiques, notamment les petits tubercules de pommes de terre, les bulbes d'oignons, les carottes difformes ou les fragments ligneux de racines d'arbres fruitiers, peuvent aussi former un milieu protecteur pour les nématodes. Ses débris doivent être enlevés ou broyés suffisamment à l'avance (quatre semaines ou plus) pour qu'ils puissent bien se décomposer; il faut parfois pour cela tout un été.

L'état d'ameublissement du sol et son humidité, que le producteur peut modifier, influent sur les résultats de la fumigation. Les fumigants ne pénétreront pas facilement dans les grosses mottes de terre; ils iront plutôt à côté. Conséquemment, les produits chimiques injectés s'évaporeront rapidement si le sol est grossièrement labouré. En revanche, un sol trop travaillé perdra sa structure; il pourra s'y former une croûte ou une masse comprimée qui nuira à la diffusion du fumigant. En général, les loams sableux risquent moins de se transformer ainsi; le plus souvent ils deviennent trop secs et ne se tassent pas assez pour retenir le fumigant. Comme ils ont habituellement un taux d'humidité plus faible que les sols lourds, ils peuvent être facilement surtravaillés, ce qui entraîne un dessèchement considérable. Les loams plus lourds et les loams argileux ont un taux d'humidité plus élevé et forment des mottes s'ils sont labourés quand ils sont trop secs et des masses compactes s'ils sont travaillés quand ils sont trop humides; ils forment même des croûtes s'ils sont fortement tassés quand ils sont mouillés.

La gestion d'un champ après fumigation est un aspect de la lutte contre les nématodes que l'on est porté à négliger. Une fumigation faite à la hâte signifie habituellement que le producteur sera trop pressé de cultiver. La diffusion du fumigant et l'aération adéquate du sol exigent un certain temps. Il faut que le sol soit tassé immédiatement après la fumigation pour éviter toute perte de fumigant. Un retard même d'une heure à tasser un sol à 20 °C permettra à la moitié du fumigant de s'échapper. D'autre part, l'ouverture trop hâtive du sol pour l'aérer pourra n'entraîner qu'une pénétration partielle du fumigant. Par ailleurs, les plantes risquent d'être endommagées si la plantation ou le semis est effectué avant que le sol ne soit bien aéré. Il faut compter en moyenne une semaine pour que les vapeurs se répandent dans un sol tassé et deux semaines pour l'aération, en passant avec une herse à disques. Le producteur devrait consacrer trois semaines au processus de fumigation et le temps nécessaire à la préparation du sol, y compris les quatre à six semaines pour que se décomposent les matières organiques enfouies.

La réinfestation par les nématodes d'un sol fumigé peut se produire pendant que l'on travaille le sol. Travailler un sol trop en profondeur pour l'aérer ramène en surface une portion non fumigée, la mélange à la portion fumigée et la contamine. À peu près 75 % des nématodes contenus dans le sol se trouvent dans la rhizosphère jusqu'à environ 45 cm (18 po) de profondeur. La fumigation élimine les nématodes de la moitié ou des deux tiers supérieurs de cette zone, laissant une rhizosphère libre de nématodes. Cependant, ces parasites finiront par réinfester la portion fumigée, car ils se déplacent et se reproduisent. Un travail du sol effectué trop en profondeur ne fait qu'augmenter le rythme auquel se produit la réinfestation.

Après la fumigation, la circulation de la machinerie d'un sol fumigé à un sol non fumigé contribuera aussi à réinfester un sol. Par exemple, dans le cas où l'on a fumigé les bandes prévues pour la nouvelle plantation et où l'on n'a pas fumigé les bandes anciennement occupées par les arbres, le passage des bandes non traitées aux bandes traitées favorisera la contamination. Il est donc préférable que le travail du sol se fasse par **bandes rigoureusement parallèles**. De plus, il faut, dans la mesure du possible, travailler les bandes traitées avant les bandes non traitées pour éviter tout transport de terre contaminée.

Voici, en résumé, ce qu'il faut retenir pour bien préparer un sol à la fumigation :

1. **Échantillonnage.** Il faut choisir des échantillons représentatifs du sol et les prélever au bon moment, au bon endroit et à la bonne profondeur.

2. **Planification.** Il faut prévoir assez de temps pour procéder aux diverses opérations; cela pourrait aller jusqu'à un an.

3. **Élimination des obstacles.** Il faut enlever les pierres et les débris et attendre que les matières organiques soient bien décomposées.

4. **Travail du sol.** Il faut préparer le sol de la même façon que pour un lit de semence.

5. **Choix du moment optimal.** Il faut s'assurer que la température du sol est adéquate, que le fumigant a le temps de s'évaporer et que le sol est aéré.

6. **Précautions.** Il faut éviter de contaminer le sol par un travail trop profond ou par des manoeuvres qui mêleraient un sol non traité à un sol traité.

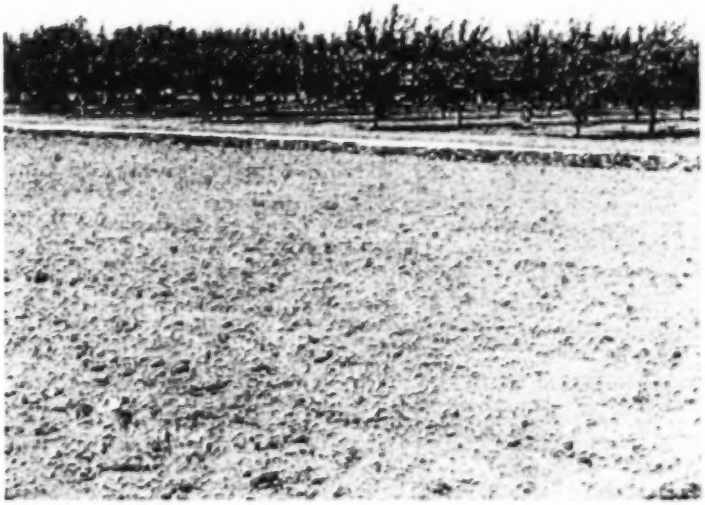

Figure 1. Sol bien préparé pour la fumigation : les débris organiques sont enfouis et bien décomposés.

Figure 2. Fumigation par bandes en prévision d'un nouveau verger.

Figure 3. Tasser le sol au rouleau rayonneur après fumigation augmente l'efficacité du fumigant.

Nous remercions le Secrétariat d'État pour sa contribution financière à la réalisation de la présente fiche technique.

Cette fiche a été rédigée à l'origine par **J.W. Potter**, Agriculture Canada, Station de recherche de Vineland.

Pour plus d'information...

Spécialiste de la gestion du sol— Grandes cultures (MAAO), Adam Hayes
(adam.hayes@omaf.gov.on.ca)

Centre d'information agricole
Tél. : 1-877-424-1300
ag.info@omaf.gov.on.ca

Also available in English: (Order No. 89-177)

| Haut de la page |

| Page d'accueil des Cultures |

| Site principal | Commentaires | Recherche | Plan du site | English |
| Page d'accueil | Nouveautés | Calendrier | Produits | Communiqués |

Ontario
Ce site est mis à jour par le gouvernement de l'Ontario, Canada.

Les renseignements de ce site sont fournis à titre de service au public. On ne peut garantir que l'information est à jour ou exacte. Les lecteurs devront vérifier l'information avant de s'en servir.

Vos commentaires et questions techniques à: ag.info@omaf.gov.on.ca
©Imprimeur de la Reine pour l'Ontario,2003
Dernières modifications : 17 octobre 2002